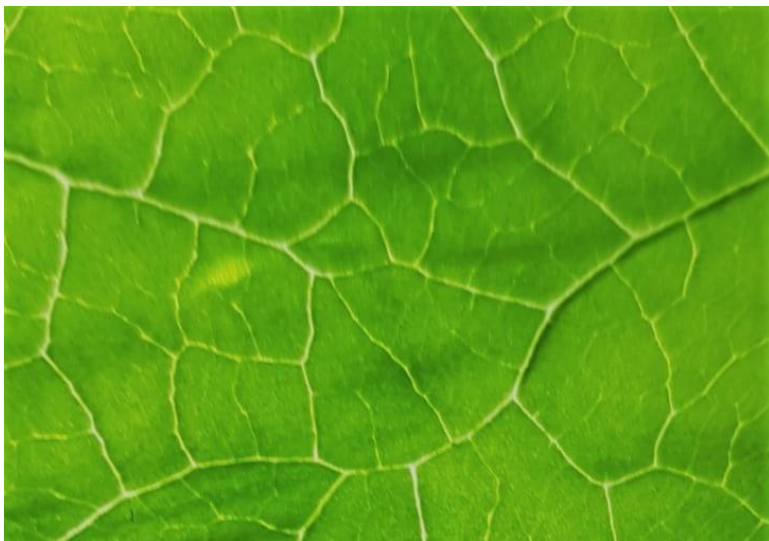


Wie wir von den Genen bestimmt und unserer Umwelt geprägt werden

Ein Essay über Grenzen und Möglichkeiten

von Verena Eder



TEIL 1 - GENE

Der Code des Lebens ist winzig. Unvorstellbar winzig.

Die menschliche DNA - der Träger unserer Gene- besteht aus drei Milliarden Paaren chemischer Einzelbausteine. In jeder einzelnen Zelle unseres Körpers. Sie nimmt nur einen Bruchteil des Raumes ein, den eine Zelle beherbergt. Wir sprechen von nicht mehr als zweitausendstel Mikrometer geballter Information im Zellkern.

Und doch entbehrt die DNA nicht an Größe, an unvorstellbarer Größe.

Und das nicht allein durch die schlichte Tatsache, dass ein vollständig entrollter DNA Faden an die zwei Meter lang wäre. In jeder einzelnen Zelle unseres Körpers.

Der Code des Lebens besticht durch seine Genialität. Die DNA ist in ihrer Komplexität, ihrer Funktionalität und Effektivität schwer zu überbieten.

Es ist eine unumstößliche, eine durchaus faszinierende Tatsache: Wir sind was wir sind - dank unserer Gene. Eineiige Zwillinge und ihre frappierende Ähnlichkeit liefern den Beweis.

Der genetische Code wird über Ei und Samenzelle vererbt. Aus zwei miteinander verschmelzenden Zellen (Zygote) wird durch eine Folge schier unzähliger Zellteilungen ein komplexer Organismus aus zig Billionen von unterschiedlichen Zellen – unser Körper. Unterschiedliche Zelltypen werden dabei durch unterschiedliche Genaktivitätsmuster ein und derselben DNA charakterisiert.

Jede Zelle, die sich teilt, muss ihre DNA zuvor verdoppeln, um sie dann auf die beiden entstehenden Tochterzellen verteilen zu können. Drei Milliarden Bausteine müssen dabei kopiert werden. Jeder Einzelne - jedes Mal. Der Kopiervorgang so wie die gesamte Zellteilung geschieht automatisch, ohne unser Zutun. Er ist äußerst komplex und unterliegt zahlreichen Kontroll- und Reparaturmechanismen, die die DNA vor Schaden bewahren.

Trotz der immensen Anzahl an Zellteilungen passieren nur selten irreparable Kopierfehler. Dann wird der Code umgeschrieben. Das sogenannte „mutierte“ Gen codiert in der Tochterzelle ab sofort für ein neuartiges Produkt. Dabei kann ein Protein mit gleicher oder veränderter, mit verbesserter oder verminderter Qualität entstehen. Dies kann zum Beispiel während der Herstellung reifer Keimzellen geschehen. Kommt es zur Befruchtung einer mutationstragenden Ei-

oder Samenzelle, tragen sämtliche aus der Zygote hervor gehenden Tochterzellen genau die gleiche Mutation. Am Ende der Individualentwicklung also jede einzelne Zelle unseres Körpers.

Es ist wichtig zu verstehen, dass Mutationen ein essenzieller Teil der Evolution waren und sind. Sie sind im Vergleich zu der Häufigkeit ihres Auftretens nur sehr selten alleiniger Verursacher von unabwendbaren Erbkrankheiten.

Viele Mutationen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Anpassungsfähigkeit von Lebewesen an ihre Umwelt. Sie unterliegen oft nur deshalb nicht der natürlichen Selektion, da sie dem Individuum einen entscheidenden Vorteil im Überlebenskampf liefern, und sei es „nur“ durch einen erhöhten Fortpflanzungserfolg.

Eine gewisse Fehlbarkeit des Systems wird im Rahmen der Evolution also in Kauf genommen, da sie gleichzeitig die Chance für solche vorteilsbringenden Mutationen birgt. Der geschichtlich betrachtet eher negativ behaftete Begriff der Mutation wird in der modernen Humangenetik aus diesem Grund häufig durch *Variante* ersetzt.

Keine Evolution ohne Variation!

Nicht nur DNA-Reparatur, alle Verteidigungsstrategien und Regenerationsfähigkeiten unseres Körpers sind in ihren Möglichkeiten begrenzt, da wir –nüchtern betrachtet- nicht auf Unverwundbarkeit angelegt sind. Gar auf Unsterblichkeit. Verschleiß und Altern sind gewissermaßen der Preis für die wirkungsvollste Quelle von Anpassungsfähigkeit und Vielfalt: die Durchmischung des Genoms durch die Fortpflanzung.

Denn darum geht es: das Fortbestehen unserer Art.

TEIL 2 - UMWELT

Wenn die DNA, unsere Erbsubstanz, eine blanken Münze wäre, so entspräche der Einfluss unserer Umwelt auf sie in etwa ihrer Prägung.

Wir sind was wir sind, auch dank unserer Umwelt. Eineiige Zwillinge liefern den Beweis: Trotz gleicher genetischer Anlagen kommt es auch bei ihnen durch verschiedene Umwelteinflüsse zu unterschiedlicher Merkmalsausprägung.

Unsere Umwelt beeinflusst uns vom Moment der Entstehung an. Durch die Ernährung. Durch physische und psychische Belastung, durch unser soziales Umfeld und Verhalten. Aber auch durch Umweltgifte wie zellschädigende Chemikalien oder mutagene Stoffe wie ionisierende Strahlung oder Tabakrauch.

Je nach Lebensform und Lebensphase werden dabei Haut, Knochen, Muskeln, Stoffwechsel, aber auch unser Immunsystem und unsere Nervenzellen unterschiedlich beansprucht. Benutzt, gefördert, verbraucht und abgenutzt. Unsere von den Genen festgelegte Konstitution kann durch Umwelteinflüsse also auch untergraben oder untermauert werden.

Die DNA-Sequenz selbst wird dadurch (mit Ausnahme mutagener Substanzen) nicht verändert, die Häufigkeit der von ihr abgelesenen Produkte schon.

Es ist hierbei allerdings wichtig zu verstehen, dass die den Umweltsignalen folgenden Reaktionen in unserem Körper auf Mechanismen beruhen, die nicht unserer bewussten Kontrolle unterliegen.

Wir können zwar unsere Gliedmaßen bewusst bewegen. Einen Satz bewusst sagen. Aber wir können nicht bewusst die Spaltung von Milchzucker (Laktose) in seine beiden Einzelteile durch das Enzym Laktase bewirken. Der Stoffwechsel unterliegt der Kontrolle des autonomen Nervensystems.

Außerdem können wir weder bewusst noch unbewusst Gene aktivieren - weder jenes, das für das Enzym Laktase codiert, noch ein anderes der rund 25.000 Gene, die in der DNA liegen.

Alle in uns ablaufenden Prozesse sind im Grunde Reaktionen auf Umweltsignale. Sei es in Form von äußeren Signalen wie den Reizen, die auf die speziellen Nervenzellen unserer Sinnesorgane treffen, sei es in Form von inneren Signalen aus dem Blutkreislauf oder Zellmilieu, die sich im Grunde durch die Moleküle aus der Nahrungszufuhr ergeben.

Alle Moleküle unterliegen dabei Wirkmechanismen die, vereinfacht formuliert, auf einem Schlüsselschlossprinzip, auf negativer und positiver Rückkopplung oder Sollwertunter- und Überschreitung beruhen.

Vorzustellen wie eine komplexe verzweigte Marmelbahn, bei der viele verschieden große und gefärbte Marmeln mit unterschiedlicher Geschwindigkeit an bestimmten Weichenstellen komplexe Reaktionen auslösen.

Eine Bahn, deren Funktion im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängt:

Konzentration und Zeit.

TEIL 3 - LERNEN

Die Zelle mit ihrer DNA stellt ein Universum an Funktionalität auf winzigstem Raum dar.

Ihr gegenüber steht ein Universum an Signalen aus der Umwelt, das auf sie einwirkt.

Das Zentralnervensystem ist dabei das Beispiel schlechthin des komplexen Zusammenspiels von Genen und Umwelt.

Struktur und Organisation des Zentralnervensystems sind zwar genetisch determiniert – werden aber entscheidend von Umwelteinflüssen während der Individualentwicklung geprägt. Beim Lernen wird dies besonders deutlich. Lernen ist im Grunde die Veränderung von Verhalten aufgrund bestimmter Erfahrungen (Signale aus der Umwelt) und wird durch Neuroplastizität ermöglicht.

Neuroplastizität des Gehirns bedeutet Formbarkeit und Anpassungsfähigkeit durch unterschiedliche Reize- je nach Art und Anzahl des Impulses, je nach Qualität der Erfahrung. Im Detail geht es dabei hauptsächlich um Stilllegung und Aktivierung von Genen, um Hormon- und Neurotransmitterstimulation. Im Gesamten geht es um Ausprägung von Nervenbahnen, Verknüpfung von Gehirnarealen, aber auch Bildung neuer Nervenzellen aus sogenannten Stammzellen.

Mit jeder Erfahrung, jedem Lernen wird das Gehirn geprägt - angefangen von der ersten Imitation einzelner Bewegungen und dem ersten Wort bis hin zur Anwendung komplexer Verhaltensmuster.

Gedanken können dabei erst durch das sich erinnern, vorstellen und neu kombinieren Können von Erlerntem entstehen. Gefühle entstehen, wenn Umweltsignale verbunden mit einer bestimmten Sinnesempfindung zusammen abgespeichert werden.

Das Berühren der heißen Herdplatte und der erste Schmerz erzeugen die Angst, das erste gestreichelt werden und das dabei empfundene Wohlgefühl die Sehnsucht. Die ersten Assoziationen werden geknüpft.

Die Grundanlage des Gehirns ist uns also angeboren, die immense Vielfalt der Nutzung liegt in unseren Händen, bis ins hohe Alter.

Denn darum geht es auch. Lernen – von Anfang an.

Teil 4 - HELFEN

Je nach Erbanlage und je nach physischer und psychischer Belastung bzw. Überlastung unseres Körpers bilden sich Beschwerden oder werden Menschen krank. Wenn man von Unfällen und monogenen Erbkrankheiten einmal absieht, ist die Ausprägung unserer Beschwerden und Krankheiten immer multifaktoriell, also abhängig von genetischer oder/und umweltbedingter Konstitution.

Viele Neuropathien wie Schlaganfall (sekundär bedingt), Parkinson, Multiple Sklerose oder Demenz sind multifaktoriell. Es gibt hierzu wenige bis einige bekannte genetische Risikofaktoren, die die Wahrscheinlichkeit einer klinischen Symptomatik erhöhen, aber nicht allein bedingen.

Ob angeborene oder im Laufe des Lebens erworbene Neuropathien: Wo Nerven beschädigt sind oder zugrunde gehen, kann es zu schweren körperlichen und geistigen Beeinträchtigungen kommen.

Neben der medizinischen Betreuung des Patienten sind Physiotherapie, Ergotherapie oder Logopädie und viele andere therapeutische Maßnahmen wie zum Beispiel Psychotherapie zur Unterstützung der Neuroregeneration und Heilung des Patienten von zentraler Bedeutung.

Neuroregeneration hat Grenzen. Sie ist abhängig von Art, Größe und Dauer des Nervenschadens, vom Alter und der allgemeinen individuellen (genetischen und umweltbedingten) Regenerationsfähigkeit.

Innerhalb der Grenzen gibt es jedoch eine Fülle von Möglichkeiten, wie auch wir – sei es als Patient oder als fürsorgender Angehöriger- uns selbst und einander helfen können.

Was den Menschen einmal beim Lernen geholfen hat, wird ihnen auch beim Wiedererlernen helfen: Repetition (ständige aktive, passive aber auch in Gedanken durchlebte Wiederholung) ist dabei unerlässlich.

Ebenso wichtig sind Schlafqualität (zur Verankerung des Gelernten im Gehirn, Gedächtnisbildung und Zellsäuberung-/ Recycling), sowie positive Stimulation und Motivation (endogen und exogen).

Letzteren kommt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu, die im Grunde bei allen Entwicklungs- und Heilungsprozessen eine Rolle spielt.

Allein die Vorfriede und das Erwarten von positiven Erfahrungen in der Zukunft (Belohnungslernen konditioniert besser als Straflernen/ positive Assoziation

besser als negative), aber auch ihr tatsächliches Erleben sowie die mentale Unterstützung von Außenstehenden treiben uns und unser Immunsystem an.

Vereinfacht formuliert, im Detail wissenschaftlich belegt: dem Immunsystem hilft bei der Heilung das, was uns guttut.

Ob der erholsame Waldspaziergang, das gemeinsame Lachen, Singen, oder das Hören angenehmer Musik, egal ob anregende oder entspannende Gymnastik, wohltuende Massagen oder einfach „nur“ die so wertvolle ehrliche Zuwendung und Anteilnahme eines Mitmenschen:

Sie alle sind positive Umweltsignale und leisten einen wichtigen Beitrag zum Erhalt unserer Gesundheit und zur Unterstützung von Genesungsprozessen und Schmerzreduzierung. Unser Körper erfährt dabei unter anderem Durchblutungsförderung, erhöhte Sauerstoffzufuhr sowie mentale und körperliche Entspannung. Aber vor allem die Ausschüttung von körpereigenen Opioiden sowie Wohlfühl- und Glückshormonen.

Oder kurz:

Glück.

Und darum geht es immer.

Quellenverzeichnis

Literatur

Taschenlehrbuch Humangenetik/ Murken et al. /August 2017

Biologie/ N. Campbell/ 11. Auflage, 2019

Der zweite Code/ Peter Spork/ 2017

Trick or Treatment/ Simon Singh und Edzard Ernst/ 2008

Warum wir krank werden/ Randolph M. Nesse und George C.Williams/ 1997

Publikationen/ citations (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)

Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity.

Johansson BB. Acta Neurol Scand. 2011 Mar;123(3):147-59. doi:

10.1111/j.1600-0404.2010.01417.x. Epub 2010 Aug

19. PMID: 20726844 Review.

Mind matters: placebo enhances reward learning in Parkinson's disease.

Schmidt L, Braun EK, Wager TD, Shohamy D. Nat Neurosci. 2014

Dec;17(12):1793-7. doi: 10.1038/nn.3842. Epub 2014 Oct 19.

Enhancing versus suppressive effects of stress on immune function: implications for immunoprotection and immunopathology.

Dhabhar FS. Neuroimmunomodulation. 2009;16(5):300-17. doi:

10.1159/000216188. Epub 2009 Jun 29.

Sleep drives metabolite clearance from the adult brain

Lulu Xie et.al . Science 2013 Oct 18;342(6156):373-7.

doi: 10.1126/science.1241224.

The Glymphatic System in Central Nervous System Health and Disease: Past, Present, and Future.

Plog BA, Nedergaard M. Annu Rev Pathol. 2018 Jan 24;13:379-394. doi: 10.1146/annurev-pathol-051217-111018.

Websites

https://www.medicalpark.de/de/Kliniken_und_Zentren/Loipl_Bischofswiesen.html